

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX  
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 121

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
EXPÉRIMENTALE  
DE  
**L'ESSOUFFLEMENT**

*(Travail de l'Institut d'Education Physique)*

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

*présentée et soutenue publiquement le Mardi 26 Février 1935*

PAR

**Jacques-Robert-Raymond GRONDEAU**

Diplômé d'Etudes Médicales Supérieures d'Education Physique

Né à BORDEAUX (Gironde), le 24 Juillet 1909

|                        |   |                                |                  |
|------------------------|---|--------------------------------|------------------|
| Examineurs de la Thèse | } | MM C. SIGALAS, professeur..... | <i>Président</i> |
|                        |   | ROCHER, professeur.....        | <i>Juges.</i>    |
|                        |   | FABRE, agrégé.....             |                  |
|                        |   | WANGERMEZ, agrégé.....         |                  |

BORDEAUX  
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ  
Y. CADORET, DELMAS, SUCCESEUR

8, Place Saint-Christoly

1935







UNIVERSITÉ DE BORDEAUX  
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 121

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
EXPÉRIMENTALE  
DE  
**L'ESSOUFFLEMENT**

*(Travail de l'Institut d'Education Physique)*

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

*présentée et soutenue publiquement le Mardi 26 Février 1935*

PAR

**Jacques-Robert-Raymond GRONDEAU**

Diplômé d'Etudes Médicales Supérieures d'Education Physique

Né à BORDEAUX (Gironde), le 24 Juillet 1909

|                        |   |                                 |                  |
|------------------------|---|---------------------------------|------------------|
| Examineurs de la Thèse | } | MM. C. SIGALAS, professeur..... | <i>Président</i> |
|                        |   | ROCHER, professeur.....         | } <i>Juges.</i>  |
|                        |   | FABRE, agrégé.....              |                  |
|                        |   | WANGERMEZ, agrégé.....          |                  |

BORDEAUX  
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Y. CADORET, DELMAS, SUCCESSEUR

6, Place Saint-Christoly

1935

# FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. POUSSON, MOURE, W. DUBREUILH, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS,  
BEILLE, CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON

## PROFESSEURS

| MM.                                               |              | MM.                                                |             |
|---------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------|-------------|
| Clinique médicale.....                            | MAURIAC      | Zoologie et parasitologie.....                     | MANDOUL.    |
| id.....                                           | DUPÉRIE.     | Médecine expérimentale.....                        | AUBERTIN.   |
| Clinique chirurgicale.....                        | BÉGOUIN.     | Clinique ophtalmologique.....                      | TEULIÈRES   |
| Clinique chirurgicale et gynécologique.....       | GUYOT.       | Clinique chirurg. infantile et orthopédie.....     | ROCHER.     |
| Pathologie et thérapeutique générales.....        | CARLES.      | Clinique méd. des maladies des enfants.....        | CRUCHET.    |
| Clinique d'accouchements.....                     | ANDÉRODIAS.  | Chimie biologique et médicale.....                 | DELAUNAY.   |
| Anatomie pathol. et microscopie clinique.....     | SABRAZÈS.    | Physique médicale et pharmaceutique.....           | C. SIGALAS. |
| Anatomie.....                                     | VILLEMIN     | Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.....  | BONNIN.     |
| Anatomie générale et histologie.....              | G. DUBREUIL. | Clinique des malad. cutanées et syphilitiques..... | PETGES.     |
| Hygiène.....                                      | LEURET.      | Clinique des maladies des voies urinaires.....     | DUVERGEY    |
| Médecine légale et déontologie.....               | LANDE.       | Clinique des malad. nerveuses et mentales.....     | ABADIE.     |
| Electroradiologie et lin d'électricité médic..... | RÉCHOU.      | Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....             | PORTMANN    |
| Chimie.....                                       | CHELLE.      | Toxicologie et hygiène appliquée.....              | LABAT.      |
| Botanique et matière médicale.....                | GOLSE.       | Hydrologie thérapeutique et climatologie.....      | CREYX.      |
| Pharmacie.....                                    | DUPOUY.      | Clinique dentaire.....                             | CAVALIÉ.    |

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale).  
R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

## AGRÉGÉS EN EXERCICE :

| MM.                    |                  | MM.                                             |            |
|------------------------|------------------|-------------------------------------------------|------------|
| Anatomie.....          | DUBECQ.          | Chirurgie générale.....                         | CHARRIER.  |
| id.....                | DUFOUR.          | id.....                                         | LOUBAT.    |
| Physiologie.....       | FABRE.           | Ob-tétrique.....                                | RIVIÈRE.   |
| Médecine générale..... | DAMADE.          | Ophtalmologie.....                              | BEAUVIEUX. |
| id.....                | PIÉCHAUD.        | Oto-rhino-laryngologie.....                     | DESPONS.   |
| id.....                | DELMAS-MARSALET. | Dermatologie et syphiligraphie.....             | JOULIA.    |
| id.....                | DE GRAILLY.      | Physique médicale.....                          | WANGERMEZ. |
| id.....                | FONTAN.          | Chimie générale pharmaceut. et toxicologie..... | VITTE.     |

## COURS COMPLÉMENTAIRES

| MM.                      |                  | MM.                            |             |
|--------------------------|------------------|--------------------------------|-------------|
| Physiologie.....         | FABRE.           | Puériculture.....              | FAUGÈRE.    |
| Médecine opératoire..... | PAPIN.           | Pharmacie chimique.....        | VITTE.      |
| Accouchements.....       | PERY.            | Zoologie et parasitologie..... | R. SIGALAS. |
| Pathologie médicale..... | DELMAS-MARSALET. |                                |             |

Ophtalmologie..... MM. CABANNES (en congé).  
Orinopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

## A MON PERE — A MA MERE

Faible témoignage de ma profonde reconnaissance et de ma tendre affection.

---

## A TOUS MES PARENTS

---

## A TOUS MES AMIS

Qui ont bien voulu se prêter à mes expériences.

A MES MAITRES DE LA FACULTE DE MEDECINE  
ET DES HOPITAUX DE BORDEAUX

---

A MES JUGES

A MONSIEUR LE DOCTEUR LOUBATIÉ

Pour avoir souvent mis à ma disposition la connaissance et l'expérience qu'il a de tout ce qui est éducation physique.

---

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ ROGER FABRE

*Chargé du Cours complémentaire de physiologie,  
Médaille militaire,  
Croix de guerre,  
Officier d'Académie,*

Pour nous avoir indiqué le sujet de cette thèse, aidé de ses conseils et de ses encouragements, et dirigé dans nos recherches avec toujours la même bienveillance, qu'il nous soit permis de lui adresser nos sincères remerciements et l'assurance de notre reconnaissance.

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

*Doyen honoraire de la Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux,  
Professeur de physique médicale et pharmaceutique,  
Membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique,  
Correspondant national de l'Académie de Médecine,  
Commandeur de la Légion d'honneur,  
Officier de l'Instruction publique.*

Pour nous avoir fait le grand honneur  
d'accepter la présidence de notre thèse  
et avoir mis à notre disposition le labo-  
ratoire de l'Institut d'éducation phy-  
sique.

## AVANT-PROPOS

---

Nous voici à la fin de nos études, et c'est pour nous le plus agréable et le plus cher de nos devoirs de présenter à nos Maîtres éminents de la Faculté et des Hôpitaux l'expression de notre profonde gratitude pour l'enseignement qu'avec tant de dévouement et de bienveillance ils nous ont prodigué au cours de nos années d'étudiant.

Nous voudrions aussi, avant d'aborder l'étude de notre sujet, exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui ont facilité notre tâche :

A M. le Doyen Sigalas, directeur de l'Institut d'Education physique de l'Université, qui nous a ouvert les portes de ses différents laboratoires et nous a permis ainsi de réaliser ce travail.

A M. le Professeur agrégé Fabre, qui, après nous avoir donné le sujet de notre thèse, a toujours dirigé nos recherches.

A M. le Docteur Loubatié, qui nous a prodigué ses conseils et soutenu de sa compétence.

A tous mes camarades qui ont bien voulu se prêter à ces expériences malgré le léger malaise qu'ils en éprouvaient.

Au Président de l'« Aviron Arcachonnais » M. Petot, qui, avec amabilité, m'a ouvert les portes de son Club.

Enfin, aux équipiers de l'« Aviron Arcachonnais », champions de France 1934 en yole de mer, qui, pour une fois, ont bien voulu ramer sans avoir le plaisir de vaincre.

---



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
EXPÉRIMENTALE  
DE  
L'ESSOUFFLEMENT

---

INTRODUCTION

---

Le sujet de cette thèse nous a été donné par M. le Professeur agrégé Fabre, à la fin de l'année passée, à l'Institut d'Education physique de l'Université de Bordeaux.

Frappé par le fait que l' « essoufflement », malgré sa fréquence dans la vie courante, n'a pas connu les honneurs des grands traités, il nous confia le soin d'en rappeler la physiologie, mais surtout d'étudier expérimentalement certaines modalités de ce dérèglement respiratoire. Nous exposerons donc ici principalement l'étude expérimentale de l'essoufflement à un triple point de vue : périmétrie, spirométrie, pneumographie, étude dont jusqu'à ce jour nous n'avons pas trouvé trace.

Ce travail comprend cinq chapitres.

Dans un premier chapitre, à l'aide du cours de physiologie appliquée à l'éducation physique professé par M. R. Fabre, nous rappellerons brièvement les données physiologiques de l'essoufflement.

Dans les autres chapitres, nous exposerons notre travail personnel, comprenant :

- la technique expérimentale utilisée;
  - les résultats obtenus (sous forme d'observations);
  - l'interprétation de ces résultats ;
  - et, enfin, les conclusions que nous avons déduites
-

## CHAPITRE PREMIER

### L'ESSOUFFLEMENT

---

L'essoufflement, modification physiologique ou parapsiologique du rythme et de l'amplitude des mouvements respiratoires au cours du travail musculaire, ne doit pas être confondu avec les différentes variétés de dyspnées observées au cours des états pathologiques.

L'essoufflement se montre, en effet, chaque fois qu'un sujet se livre à une activité musculaire supérieure à son activité moyenne normale, soit qu'il s'agisse d'un exercice intense et de courte durée, soit au cours d'un travail d'intensité moyenne mais longtemps soutenu.

A ce titre, on remarque que certains travaux musculaires ou exercices physiques semblent favoriser l'apparition de l'essoufflement. Parmi ces exercices, citons : l'ascension d'un escalier à allure assez rapide, la course, le saut à la corde, tandis que d'autres qui, à première vue paraissent importants tels que le soulèvement réitéré de la gueuse ou les soulèvements successifs d'haltères ou de poids de masse considérable, ne paraissent pas provoquer un essoufflement rapide. Ce paradoxe apparent est facile à comprendre :

Les exercices ou travaux musculaires qui provoquent l'essoufflement rapide sont ceux qui demandent une énergie mécanique très grande dans un laps de temps relativement court. L'ascension d'un escalier de quatre étages pour un sujet de 70 kilos, si la dénivellation correspondante est de 20 mètres, représente (sans tenir compte du frottement ou des travaux accessoires) un travail minimum de 1.400 kgmè-

tres. Ce travail est effectué dans un temps relativement court, une minute par exemple. Ce travail est, on le voit, égal à celui que produirait dans le même temps un sujet qui soulèverait 14 fois un poids de 100 kilos 1 mètre de hauteur.

Ce dernier effort nous paraîtrait considérable, et pourtant il est le même que le travail (peu apparent extérieurement) fourni dans l'ascension de l'escalier.

Les exercices ou travaux musculaires qui essoufflent rapidement le sujet sont ceux où ce dernier lutte contre sa propre pesanteur en élevant son centre de gravité, ce qui est conforme à l'exemple précédent. On arrive à cette conclusion que l'essoufflement est conditionné, au point de vue mécanique, par la libération d'une énergie considérable dans un temps relativement court.

Dans le domaine biologique, la production d'un travail mécanique a pour corollaire une consommation importante d'oxygène et une production non moins importante de  $\text{CO}_2$ .

Donc, dire qu'un travail musculaire provoque l'essoufflement, c'est dire que ce travail demande une quantité importante d'oxygène et amène une production importante de  $\text{CO}_2$  dans un temps court.

Il convient de savoir quel est, des deux éléments, consommation exagérée d'oxygène, ou production augmentée de  $\text{CO}_2$ , celui qui est responsable des modifications du rythme respiratoire, ou si ce sont les deux éléments à la fois.

Pour résoudre ce problème, différentes notions doivent être confrontées :

On sait, en effet, que le contrôle et la régulation des phénomènes mécaniques de la respiration sont sous la dépendance de l'activité de centres nerveux bulbaires auxquels sont rattachés des éléments coordinateurs de connaissance relativement récente : les formations spéciales des sinus carotidiens. L. Fredericq le premier a montré dans la circulation céphalique croisée que si l'on anastomose deux chiens de telle sorte que la circulation céphalique de l'un soit reliée à la circulation du corps de l'autre, et si l'on

asphyxie l'un des chiens par oblitération trachéale, c'est la tête de l'autre qui présente les signes caractéristiques de l'essoufflement et de l'asphyxie progressive.

Cette expérience démontre que les centres régulateurs respiratoires sont sensibles aux modifications de la composition chimique du sang réalisées par l'asphyxie et que le mécanisme profond de l'essoufflement doit être recherché dans les modifications humorales de l'individu observé.

Mais pour savoir quel est des deux éléments : besoin d'oxygène, production exagérée de  $\text{CO}_2$ , celui qui est responsable des modifications du rythme, il a fallu les expériences de Haldane et de ses collaborateurs : à savoir, que si l'on modifie dans une mesure relativement faible le taux du  $\text{CO}_2$  alvéolaire, on constate soit un ralentissement respiratoire et même l'apnée, si le taux du  $\text{CO}_2$  alvéolaire et secondairement celui du sang diminuent de 0,2 p. 100, soit une accélération respiratoire et même l'hyperpnée si le taux de  $\text{CO}_2$  augmente dans la même proportion. On savait d'ailleurs, depuis Rosenthal et surtout depuis Mosso, qu'une surventilation pulmonaire provoquait l'apnée par suite d'une diminution de l'excitabilité des centres nerveux bulbaires, sous l'influence du déficit sanguin en  $\text{CO}_2$ . Mais Haldane a montré encore que si l'on place un sujet dans une atmosphère dont le taux en oxygène se raréfie progressivement sans qu'il y ait accumulation de  $\text{CO}_2$  (par exemple en fixant  $\text{CO}_2$  exhalé par barbotage dans le sulfate de baryte), on s'aperçoit que jusqu'à un taux d'oxygène de 13 p. 100 <sup>(1)</sup>, au lieu de 21 d'oxygène dans l'air, le sujet ne présente pas de modifications respiratoires. Dans ces conditions, il est donc possible de conclure que l'agent essentiel de l'essoufflement est, non point un déficit d'oxygène, mais une accumulation de  $\text{CO}_2$ , du moins dans les conditions normales d'apparition de l'essoufflement.

---

(1) Au-dessous de 12 p. 100 d'oxygène dans l'air, l'essoufflement apparaît, celui-ci étant dû à l'action spécifique de ce déficit d'oxygène sur le globus caroticum.

Ces modifications humorales agissent d'une part et avec prédominance sur les centres nerveux bulbaires, et d'autre part sur la région des sinus carotidiens, et plus particulièrement sur le globus caroticum. Si l'on cherche à préciser davantage le mécanisme de cette excitation humorale, on s'aperçoit que ce sont les variations du pH du sang, de l'équilibre acide-base, qui sont l'excitant électif des centres nerveux considérés. Ces centres, qu'il s'agisse du bulbe ou du sinus carotidien, sont sensibles à des variations du pH de 0,1 à 0,2.

Dans le cas particulier de l'essoufflement consécutif au travail musculaire, l'augmentation de l'acidité du sang n'est pas due seulement à l'excès de  $\text{CO}_2$  dans le torrent circulatoire, mais aux produits acides résultant du métabolisme chimique intramusculaire, en particulier à l'acide lactique, et, pour être plus précis, l'essoufflement est une réaction respiratoire consécutive à l'augmentation de l'acidité humorale.

Lorsqu'on observe un sujet qui se livre à un travail musculaire ou à un exercice physique longtemps soutenu ou progressif, on voit peu à peu se développer l'essoufflement avec ses modalités successives.

C'est ainsi qu'on peut distinguer trois phases à l'essoufflement :

1° Dans une phase de début — on l'appelle encore phase salutaire de l'essoufflement — apparaît une augmentation de fréquence et d'amplitude des mouvements de la respiration, qui réalise une surventilation pulmonaire correspondant aux besoins nouveaux des tissus en oxygène.

Cette première phase est de durée plus ou moins longue, suivant l'intensité de l'exercice, l'entraînement ou la coordination neuro-musculaire du sujet et les conditions dans lesquelles s'effectue le travail. Dans cette phase et lorsque le rythme respiratoire est nettement établi, les choses sont telles que la production acide du muscle en un temps donné

est exactement égale à l'élimination acide pulmonaire dans le même temps.

2° Mais si l'exercice continue, si la fatigue se développe, si la coordination respiratoire devient déficiente, les phénomènes s'inversent. La quantité de gaz carbonique produite par le travail musculaire devient supérieure au  $\text{CO}_2$ , exhalé par les poumons, et, dès lors, se développe nécessairement, du fait de ce déséquilibre, une rétention acide dans le torrent respiratoire. La rapidité de cette accumulation acide dépend de l'intensité de l'exercice et de la coordination respiratoire, car à ce moment, inspiration et expiration s'inversent et l'expiration devient plus courte que l'inspiration.

Ainsi se développe, consécutivement à cette rétention continue de gaz carbonique, un état d'asphyxie progressive de durée variable, en fonction des conditions précitées.

C'est là la deuxième phase de l'essoufflement.

3° Puis, si l'exercice continue, si le travail musculaire ne cesse pas, on voit apparaître la troisième phase de l'essoufflement, ou phase d'asphyxie franche. L'incoordination respiratoire est manifeste, réalisant une insuffisance respiratoire marquée. La respiration est superficielle, le thorax gonflé. Le sujet, pour ainsi dire, « ventile dans son air complémentaire ». L'accumulation de gaz carbonique dans les humeurs est considérable et augmente par ce fait que la fatigue réalise une mauvaise coordination musculaire et que certains groupes musculaires jusque-là inutilisés entrent en jeu.

Dans ces conditions, rapide asphyxie franche, qui se termine, après de l'arythmie respiratoire, de l'arythmie circulatoire, des troubles oculaires et de la confusion cérébrale, par une syncope.

Cette syncope, qu'il n'est pas rare d'observer sur les champs de course ou sur les terrains de sport dans les grandes compétitions, est généralement provisoire, et le sujet revient à lui grâce à quelques manœuvres respiratoires. Mais parfois aussi cette syncope devient définitive.

On voit donc, en résumé, que, au cours de l'essoufflement, si on fait le bilan chimique gazeux de l'individu :

Dans la première phase, il y a équilibre entre la production et l'élimination de gaz carbonique;

Dans la deuxième, l'élimination de  $\text{CO}_2$  est en déficit sur sa production;

Pour aboutir, dans la troisième, à l'état d'asphyxie franche.

Nous avons dit précédemment que l'essoufflement apparaissait d'une façon plus ou moins précoce, non seulement en fonction de l'exercice musculaire exécuté et de l'entraînement ou de la résistance respiratoire du sujet, mais aussi en fonction de conditions diverses. Ces conditions ou facteurs qui provoquent l'essoufflement plus ou moins précoce, toutes choses égales du côté de l'exercice effectué, peuvent se résumer ainsi :

Ce sont tous les cas dans lesquels des difficultés s'opposent à une bonne ventilation pulmonaire et à l'élimination de gaz carbonique, donc tous les facteurs qui troublent la mécanique respiratoire et gênent l'hématose :

1° Tous les obstacles mécaniques pouvant siéger sur l'arbre respiratoire rhino-trachéo-broncho-pulmonaire, malformations nasales, déviations de la cloison, hypertrophie des cornets, atrésie nasale, végétations adénoïdes, hypertrophie des amygdales, obstructions diverses dans les voies respiratoires, bronchites...

2° Toutes les malformations thoraciques s'opposant au libre jeu costal et empêchant une bonne ampliation thoracique, une mobilité diaphragmatique suffisante : thorax aplati ou dévié, déformations vertébrales, séquelles de maladies pleuro-pulmonaires (pleurésie, symphyse pleurale, sclérose pulmonaire, emphysème...).

3° Tous les obstacles extérieurs s'opposant ou pouvant s'opposer au libre jeu thoracique ou diaphragmatique : vêtements ou sous-vêtements trop étroits ou inextensibles (corsets, ceintures..).

4° Les attitudes diverses ou les contractions musculaires qui immobilisent, d'une manière partielle d'ailleurs, la cage thoracique et l'abdomen, et s'opposent ainsi au libre jeu des muscles élévateurs des côtes et du diaphragme;

5° Les facteurs qui peuvent troubler l'hématose : d'une part la présence d'exsudats au niveau même des alvéoles, mais surtout le ralentissement de la circulation pulmonaire et l'encombrement des vaisseaux pulmonaires du fait d'une insuffisance cardiaque : que cette insuffisance soit latente et apparaisse seulement à l'occasion d'un effort ou d'un exercice dans lequel la puissance contractile du myocarde est momentanément déficiente, ou que cette insuffisance soit avérée : chaque fois, en un mot, que la dynamique cardiaque réalise un débit inférieur à son taux nécessaire, l'hématose est insuffisante et l'accumulation de  $\text{CO}_2$  en est la conséquence.

A ce titre, d'ailleurs, de l'association du débit circulatoire et des phénomènes mécaniques de la respiration, il convient de s'expliquer sur un paradoxe apparent :

Il semble en effet que, pour diminuer l'essoufflement, il soit nécessaire de rendre maximum l'élimination de gaz carbonique, et par conséquent il apparaît opportun de faire, en ce cas, des expirations forcées. Or, on constate que si l'on fait des expirations forcées au cours de l'essoufflement, ce dernier augmente.

Pour le comprendre, il suffit de se rappeler la solidarité qui existe entre les phénomènes mécaniques de la respiration et la circulation, et en particulier l'influence de la pression négative intra-pleurale sur la circulation pulmonaire et sur la circulation veineuse générale. La pression négative représente une force d'appel pour la circulation, appel circulatoire renforcé au cours de l'inspiration, où la pression intrapleurale devient encore plus négative. Inversement, une pression moins négative ou même positive dans les espaces pleuraux entravera, ou même s'opposera momentanément à la circulation pulmonaire et à la circulation générale de

retour. Et, s'il est vrai que l'inspiration développe dans le thorax une pression encore plus négative, l'expiration, par contre, diminue cette négativité, et la pression intrapleurale devient même positive au cours des expirations forcées.

Il y a donc là deux phénomènes physiologiques qui s'opposent :

d'une part, l'utilité des expirations forcées pour éliminer l'excès de  $\text{CO}_2$  alvéolaire;

d'autre part, le danger de telles expirations au point de vue de la circulation pulmonaire et de l'hématose.

C'est donc par l'éducation et l'entraînement respiratoire que chacun apprendra à régler et à coordonner le rythme et l'amplitude de la respiration, de telle sorte que l'intensité de la respiration soit suffisante pour éliminer  $\text{CO}_2$ , mais non excessive au point d'entraver la circulation pulmonaire et la circulation veineuse.

6° Enfin, il faut tenir compte dans l'apparition plus ou moins précoce de l'essoufflement pour un travail musculaire donné de l'influence perturbatrice du cerveau, en particulier des émotions.

On sait, en effet, que la respiration bulbaire pure se traduit par une respiration périodique (Pachon), tandis que la respiration bulbo-cérébrale, c'est-à-dire la respiration à l'état de veille et en dehors de toute déficience corticale, est une respiration régulière. Lorsque, sous des influences diverses, et en particulier lorsque des émotions déprimantes modifient le tonus normal et l'activité normale des centres cérébraux supérieurs, on peut assister à une modification du rythme et de l'amplitude des mouvements respiratoires qui se traduit par une diminution de la ventilation pulmonaire et l'apparition plus précoce de l'essoufflement.

C'est ainsi que, lorsqu'un sujet se livrant à un exercice musculaire déterminé se trouve en proie à la peur, à l'émotion..., on voit plus vite apparaître l'essoufflement et la fatigue musculaire.

Et maintenant, si l'on veut, se plaçant au point de vue de

l'entraînement et de l'éducation respiratoire, réduire au minimum l'apparition de l'essoufflement pour un exercice donné et un sujet donné, on devra, comme il est évident, chercher à réduire eux-mêmes au minimum ces différents facteurs provocateurs de l'essoufflement.

---

## CHAPITRE II

### TECHNIQUE UTILISEE

---

#### I. — *Technique expérimentale.*

Avant et après l'essoufflement, obtenu comme nous l'indiquerons plus loin, nous avons fait les mêmes mesures que nous allons décrire.

1° MESURES PÉRIMÉTRIQUES. — Nous nous sommes servi d'un ruban métrique souple en fil ciré, assez large (0 m. 02). Les sujets étaient nus jusqu'à la ceinture; nous leur demandions de respirer le plus correctement possible, en ayant soin de creuser le ventre en expiration et de le faire saillir en inspiration.

Nous déterminions alors le périmètre supérieur du sujet, périmètre passant au niveau des aisselles. Après s'être assuré de la parfaite horizontalité du ruban métrique, nous faisions une première lecture en position de respiration moyenne, une seconde au maximum de l'inspiration forcée et une troisième au minimum de l'expiration forcée. Cette expérience renouvelée trois fois nous donnait une valeur périmétrique moyenne qui était alors notée. Et nous faisions de même pour le périmètre xiphoïdien, périmètre passant par le point d'union sterno-xiphoïdien et par le périmètre ombilical, ou, plus exactement, le périmètre de la plus grande ampliacion abdominale étant donnée la hauteur variable de l'ombilic selon les sujets.

2° MESURES SPIROMÉTRIQUES. — Nous avons utilisé l'appareil de Verdin pour mesurer l'air courant et la capacité vitale. Nous avons appris soigneusement à tous les sujets le fonctionnement de l'appareil.

Pour l'air courant, tous, se bouchant les narines avec leur

main afin d'éviter toute issue de l'air par le nez, essayaient de respirer dans l'appareil ainsi qu'ils le faisaient normalement et après une vingtaine de mouvements respiratoires nécessaires pour l'adaptation sans notions la quantité d'air courant.

Pour la capacité vitale, les sujets effectuaient une inspiration forcée par la bouche (de cette façon, la quantité d'air inspirée est plus grande), puis, se bouchant les narines avec leur main, ils soufflaient dans le tube jusqu'à expiration complète, et nous notions encore la quantité d'air rejetée à l'aide de l'aiguille de l'appareil.

3° TRACÉS PNEUMOGRAPHIQUES. — Nous les avons pris au niveau des périmètres supérieur, xiphoïdien, abdominal, à l'aide d'appareils classiques, qui sont le pneumographe de Marey et le cylindre enregistreur, et ceci encore à l'état de repos et d'essoufflement.

## II. — *Marche des expériences.*

Nous avons fait deux séries d'observations de valeurs athlétiques différentes. Mais, de toute façon, nous disons de suite que nous ne considérerons ici qu'un état d'essoufflement moyen, car, dans l'état de polypnée extrême, les sujets, étant en proie à un trop grand malaise, ne se prêtent plus aux expériences désirées.

Dans la première série d'observations, nous avons pris des sujets de valeurs musculaires diverses qui s'essoufflaient au moyen d'un exercice familier peut-être, mais pour lequel ils n'étaient aucunement entraînés et qui était le fait de monter un escalier. Après avoir pris les mesures périmétriques et spirométriques, les tracés pneumographiques à l'état de repos selon la technique décrite au paragraphe précédent, nous demandions au sujet en expérience de descendre et de remonter rapidement les marches des trois étages du Pavillon de l'Institut d'Education physique trois fois de suite, ce qui était généralement suffisant pour l'essouffler

Nous reprenions alors les mêmes mesures et tracés précédents.

Dans la deuxième série d'expérimentation, nous avons pu, sous la bienveillante impulsion du Docteur Loubatié et grâce à l'amabilité des dirigeants de l' « Aviron Arcachonnais », effectuer des expériences sur les rameurs du huit champion de France en yole de mer 1934, donc hommes spécialement entraînés pour un sport déterminé et hommes en forme à ce moment-là.

L'aviron — et nous entendons ici l'aviron pratiqué en course — demande des hommes vigoureux aux poumons et cœur solides et ayant suivi un sévère entraînement. Ce sport, qui en course est un effort constant, met en jeu toutes les masses musculaires importantes du sujet, aussi est-ce un de ceux qui provoquent l'essoufflement avec rapidité.

Pour pouvoir faire nos expériences, nous avons fait pratiquer l'aviron à nos sujets sur une machine à ramer. Cette machine à ramer, dont l'utilisation est encore rare dans les clubs, est d'un usage excellent pour l'entraînement hivernal des champions et pour apprendre aux débutants. Fixée solidement au sol, elle se compose d'un siège à glissière, d'un cale-pied et d'un porte-rame. Elle réalise en somme les conditions et la position du rameur dans son bateau. La rame plonge dans un bassin assez vaste pour permettre le coup de pelle entier et rempli d'eau. La pelle de la rame est percée de deux à quatre trous selon la résistance que le rameur veut obtenir.

Se servant donc de cette machine à ramer, le sujet prenait une cadence de course, c'est-à-dire 24 à 26 coups-minute durant cinq minutes, et terminait par un enlevage de trente secondes à la cadence de 30 à 32 coups-minute.

Nous avions auparavant pris les mesures qui nous intéressent et comme toujours nous les reprenions après l'effort.

En outre, nous avons pensé qu'il était ici intéressant de prendre le pouls du sujet immédiatement après et quelques minutes après l'effort.

## CHAPITRE III

### RESULTATS OBTENUS

---

Nous allons maintenant exposer les résultats de notre expérimentation sous forme d'observations dont il nous faut expliquer la présentation afin d'en rendre la lecture facile.

Dans chacune de ces observations, nous indiquerons :

1° Les résultats périmétriques : Nous avons là adopté un type de schéma faisant ressortir les différentes valeurs des périmètres supérieur, xiphoïdien, abdominal en position de respiration moyenne, d'inspiration forcée, d'expiration forcée d'abord au repos, puis en état d'essoufflement. Mais, afin de rendre plus apparentes les variations obtenues, nous avons réuni, par des accolades verticales, les différentes valeurs de ces périmètres au cours des diverses mesures avec, en regard, le chiffre indiquant la différence de ces valeurs.

2° Les résultats spirométriques au point de vue air courant et capacité vitale à l'état de repos et d'essoufflement.

3° Les tracés pneumographiques obtenus aux divers niveaux à état de repos et d'essoufflement.

Nous emploierons ici certaines abréviations :

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| P. supérieur ... | Périmètre supérieur.  |
| P. xiphoïdien .. | Périmètre xiphoïdien. |
| P. abdominal ..  | Périmètre abdominal.  |
| R. M.....        | Respiration moyenne.  |

|            |                     |
|------------|---------------------|
| I. F.....  | Inspiration forcée. |
| E. F.....  | Expiration forcée.  |
| R.....     | Repos.              |
| Eft .....  | Essoufflement.      |
| A. ct..... | Air courant.        |
| C. V.....  | Capacité vitale.    |

Nous exposerons, en premier lieu, les résultats fournis par les sujets de la première série d'expérimentation, c'est-à-dire ceux essoufflés au moyen de la montée et descente répétées d'un escalier.

#### OBSERVATION I.

Sujet de 24 ans. Poids : 83 kilos. Taille : 1 m. 78. Muscles infiltrés de graisse. Ne pratique pas de sports.

#### 1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                   |                                                                         | P. XIPHOÏDIEN                                                          |                                                                        | P. ABDOMINAL                                                          |                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                              | Eft                                                                     | R                                                                      | Eft                                                                    | R                                                                     | Eft                                                                   |
| RM | 95½ à 96½                                                      | 98 à 100                                                                | 94½ à 95½                                                              | 95 à 97                                                                | 86½ à 87½                                                             | 87 à 89                                                               |
| IF | 5 $\left[ \begin{array}{c} -96- \\ 103- \end{array} \right] 6$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} -99- \\ 102- \\ -101- \end{array} \right] 4$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} -95- \\ 103- \\ -93- \end{array} \right] 7$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} -96- \\ 101- \\ -94- \end{array} \right] 3$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} -87- \\ 90- \\ -83- \end{array} \right] 3$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} -88- \\ 89- \\ -84- \end{array} \right] 1$ |
| EF |                                                                |                                                                         |                                                                        |                                                                        |                                                                       |                                                                       |

#### 2° Spirométrie.

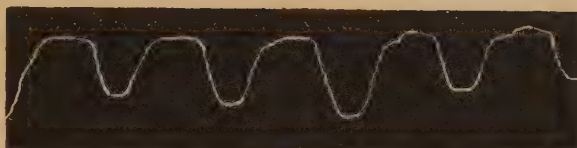
|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,400 | 0,900 |
| Cv              | 3,500 | 3     |

### 3° Tracés pneumographiques.

REPOS



Supérieur

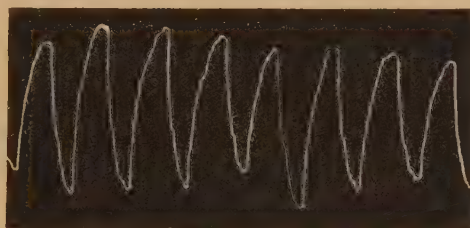


Xiphoidien

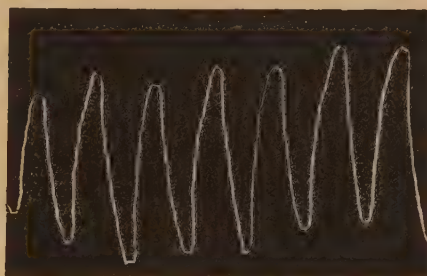


Abdominal

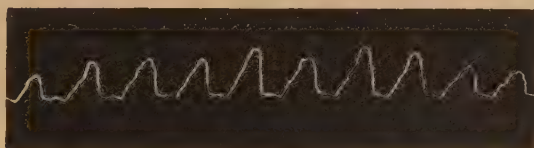
ESSOUFFLEMENT



Supérieur



Abdominal



Xiphoidien

OBSERVATION II.

Sujet de 28 ans. Poids : 70 kilos. Taille : 1 m. 68. Très bons muscles. Pratique les sports.

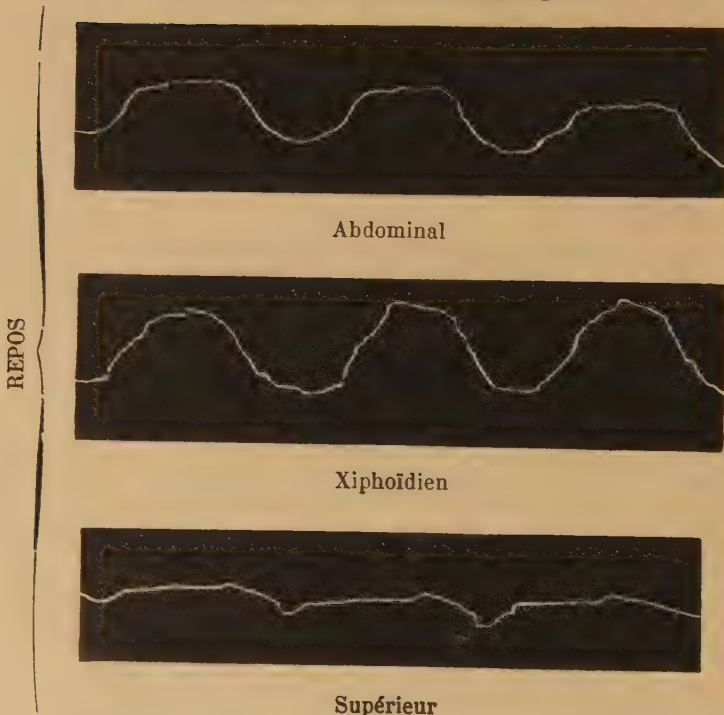
1° Périométrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |         | P. XIPHOÏDIEN |         | P. ABDOMINAL |         |
|----|--------------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
|    | R            | Eft     | R             | Eft     | R            | Eft     |
|    | 89½ à 90½    | 91 à 93 | 83½ à 84½     | 84 à 86 | 71½ à 72½    | 72 à 74 |
| RM | [=90] 5      |         | [=84] 6       |         | [=72] 5      |         |
| IF | 3            | 4       | 3             | 3       | 1            | 1       |
| EF | [=95] 8      |         | [=89] 7       |         | [=77] 6      |         |
|    | [=87] 8      |         | [=81] 8       |         | [=71] 6      |         |
|    | [=92] 3      |         | [=85] 4       |         | [=73] 4      |         |
|    | [=95] 7      |         | [=89] 7       |         | [=77] 5      |         |
|    | [=88] 7      |         | [=82] 7       |         | [=72] 5      |         |

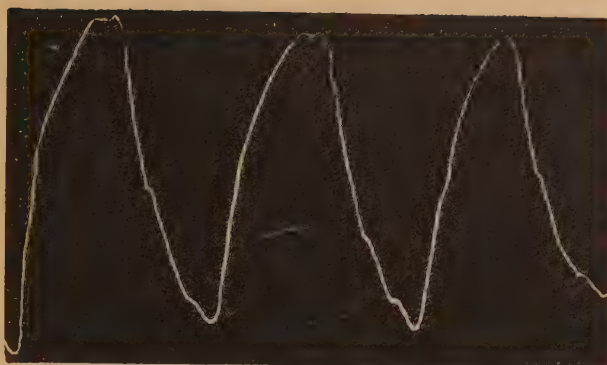
2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 1     | 2,500 |
| Cv  | 3,700 | 3,500 |

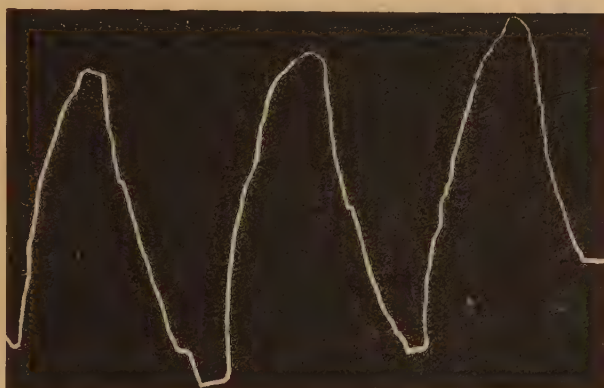
3° Tracés pneumographiques.



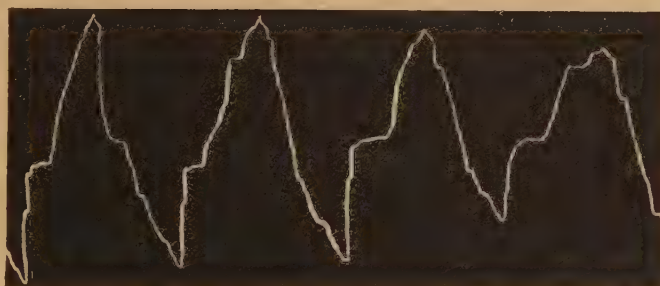
ESSOUFFLEMENT



Supérieur



Xiphoïdien



Abdominal

OBSERVATION III.

Sujet de 24 ans. Poids : 63 kilos. Taille : 1 m. 70. Bons muscles. Ne pratiquant pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                 |                                                                                              | P. XIPHOIDIEN                                                                                      |                                                                                                    | P. ABDOMINAL                                                                                       |                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                                  | Eft                                                                                                | R                                                                                                  | Eft                                                                                                |
| RM |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |
| IF | 2 $\left[ \begin{array}{c} 87 \\ 92 \end{array} \right] \begin{array}{c} 5 \\ 7 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 91 \end{array} \right] \begin{array}{c} 3 \\ 5 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 78 \\ 84 \\ 76 \end{array} \right] \begin{array}{c} 6 \\ 8 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 79 \\ 83 \\ 77 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 6 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 71 \\ 74 \\ 72 \end{array} \right] \begin{array}{c} 3 \\ 2 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 72 \\ 73 \\ 71 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array}$ |
| EF |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 1,100 | 2,300 |
| Cv              | 3,200 | 3     |

OBSERVATION IV.

Sujet de 23 ans. Poids : 63 kilos. Taille : 1 m. 74. Muscles longs et secs. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                  |                                                                                                    | P. XIPHOIDIEN                                                                                       |                                                                                                    | P. ABDOMINAL                                                                                       |                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                             | Eft                                                                                                | R                                                                                                   | Eft                                                                                                | R                                                                                                  | Eft                                                                                                |
| RM |                                                                                               |                                                                                                    |                                                                                                     |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |
| IF | 3 $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 91 \end{array} \right] \begin{array}{c} 6 \\ 11 \end{array}$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 86 \\ 90 \\ 82 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 8 \end{array}$ | 5 $\left[ \begin{array}{c} 80 \\ 87 \\ 75 \end{array} \right] \begin{array}{c} 7 \\ 12 \end{array}$ | 6 $\left[ \begin{array}{c} 82 \\ 87 \\ 78 \end{array} \right] \begin{array}{c} 5 \\ 9 \end{array}$ | 5 $\left[ \begin{array}{c} 68 \\ 69 \\ 63 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 6 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 68 \\ 70 \\ 65 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 5 \end{array}$ |
| EF |                                                                                               |                                                                                                    |                                                                                                     |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,400 | 1,500 |
| Cv              | 4,200 | 4     |

OBSERVATION V.

Sujet de 24 ans. Poids : 67 kilos. Taille : 1 m. 74. Muscles insuffisants. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                            | P. XIPHOÏDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        |
| RM |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |
| IF | 4 $\left[ \begin{array}{c} 89 \\ 94 \end{array} \right] 5$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 90 \\ 93 \end{array} \right] 3$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 82 \\ 87 \end{array} \right] 5$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 83 \\ 86 \end{array} \right] 3$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 74 \\ 75 \end{array} \right] 1$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 74 \\ 75 \end{array} \right] 1$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 85 \end{array} \right] 9$   | $\left[ \begin{array}{c} 87 \\ 87 \end{array} \right] 6$   | $\left[ \begin{array}{c} 79 \\ 79 \end{array} \right] 8$   | $\left[ \begin{array}{c} 81 \\ 81 \end{array} \right] 5$   | $\left[ \begin{array}{c} 70 \\ 70 \end{array} \right] 5$   | $\left[ \begin{array}{c} 71 \\ 71 \end{array} \right] 4$   |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 1     | 2     |
| Cv              | 3,600 | 3,400 |

OBSERVATION VI.

Sujet de 26 ans. Poids : 64 kilos. Taille : 1 m. 67. Bons muscles. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                            | P. XIPHOÏDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        |
| RM |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |
| IF | 4 $\left[ \begin{array}{c} 91 \\ 98 \end{array} \right] 7$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 92 \\ 96 \end{array} \right] 4$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 83 \\ 91 \end{array} \right] 8$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 84 \\ 88 \end{array} \right] 4$ | 6 $\left[ \begin{array}{c} 78 \\ 84 \end{array} \right] 6$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 79 \end{array} \right] 3$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 87 \\ 87 \end{array} \right] 9$   | $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 88 \end{array} \right] 8$   | $\left[ \begin{array}{c} 81 \\ 81 \end{array} \right] 10$  | $\left[ \begin{array}{c} 81 \\ 81 \end{array} \right] 7$   | $\left[ \begin{array}{c} 72 \\ 72 \end{array} \right] 12$  | $\left[ \begin{array}{c} 73 \\ 73 \end{array} \right] 6$   |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,500 | 2,500 |
| Cv              | 4,300 | 4     |

OBSERVATION VII.

Sujet de 20 ans. Poids : 78 kilos. Taille : 1 m. 75. Gros muscles. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |     | P. XIPHOÏDIEN |     | P. ABDOMINAL |     |
|----|--------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|
|    | R            | Eft | R             | Eft | R            | Eft |
| RM | 95           | 96  | 89            | 89  | 78           | 79  |
| IF | 100          | 98  | 95            | 93  | 81           | 81  |
| EF | 90           | 92  | 85            | 86  | 79           | 80  |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,500 | 2,500 |
| Cv              | 3,500 | 3,100 |

OBSERVATION VIII.

Sujet de 24 ans. Poids : 65 kilos. Taille : 1 m. 64. Bons muscles. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |     | P. XIPHOÏDIEN |     | P. ABDOMINAL |     |
|----|--------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|
|    | R            | Eft | R             | Eft | R            | Eft |
| RM | 97           | 98  | 90            | 90  | 74           | 76  |
| IF | 103          | 102 | 96            | 95  | 80           | 78  |
| FJ | 95           | 95  | 85            | 86  | 76           | 77  |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,600 | 1,200 |
| Cv              | 4,100 | 3,900 |

OBSERVATION IX.

Sujet de 23 ans. Poids : 56 kilos. Taille : 1 m. 62. Bons muscles. Pratique les sports

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |        | P. XIPHOÏDIEN |        | P. ABDOMINAL |        |
|----|--------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|
|    | R            | Eft    | R             | Eft    | R            | Eft    |
| RM | 84           | 85     | 78            | 79     | 71           | 72     |
| IF | 2 87 3       | 1 88 3 | 1 83 3        | 2 82 3 | 1 73 2       | 1 73 1 |
| EF | 5 82 5       | 4 84 4 | 6 77 6        | 5 77 5 | 3 70 3       | 2 71 2 |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,400 | 0,800 |
| Cv  | 3,200 | 3     |

OBSERVATION X

Sujet de 24 ans. Poids : 70 kilogs. Taille : 1 m. 79. Muscles insuffisants. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |          | P. XIPHOÏDIEN |        | P. ABDOMINAL |        |
|----|--------------|----------|---------------|--------|--------------|--------|
|    | R            | Eft      | R             | Eft    | R            | Eft    |
| RM | 94           | 95       | 85            | 87     | 75           | 75     |
| IF | 10 99 5      | 2 97 2   | 5 91 6        | 4 92 5 | 3 77 2       | 2 76 1 |
| EF | 15 84 15     | 10 87 10 | 11 80 11      | 9 83 9 | 5 72 5       | 3 73 3 |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 1     | 3     |
| Cv  | 4,300 | 3,800 |

OBSERVATION XI.

Sujet de 24 ans. Poids : 67 kilos. Taille : 1 m. 67. Bons muscles. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPERIEUR          |                       | P. XIPHOIDIEN         |                       | P. ABDOMINAL          |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   |
| RM | [ 91 ] <sup>5</sup>   | [ 92 ] <sup>3</sup>   | [ 83 ] <sup>6</sup>   | [ 83 ] <sup>6</sup>   | [ 71 ] <sup>3</sup>   | [ 72 ] <sup>2</sup>   |
| IF | 1 [ 96 ] <sup>5</sup> | 1 [ 95 ] <sup>3</sup> | 1 [ 89 ] <sup>6</sup> | 1 [ 89 ] <sup>6</sup> | 1 [ 74 ] <sup>3</sup> | 1 [ 74 ] <sup>2</sup> |
| EF | [ 90 ] <sup>6</sup>   | [ 93 ] <sup>2</sup>   | [ 82 ] <sup>7</sup>   | [ 84 ] <sup>5</sup>   | [ 70 ] <sup>4</sup>   | [ 71 ] <sup>3</sup>   |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,800 | 1,300 |
| Cv  | 3,800 | 3,700 |

OBSERVATION XII.

Sujet de 23 ans. Poids : 60 kilos. Taille : 1 m. 70. Bons muscles. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPERIEUR        |                       | P. XIPHOIDIEN         |                       | P. ABDOMINAL          |                       |
|----|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | R                   | Eft                   | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   |
| RM | [ 84 ] <sup>4</sup> | [ 85 ] <sup>3</sup>   | [ 77 ] <sup>7</sup>   | [ 78 ] <sup>5</sup>   | [ 72 ] <sup>1</sup>   | [ 73 ] <sup>1</sup>   |
| IF | [ 88 ] <sup>5</sup> | 1 [ 88 ] <sup>4</sup> | 1 [ 84 ] <sup>7</sup> | 1 [ 83 ] <sup>5</sup> | 1 [ 73 ] <sup>1</sup> | 1 [ 74 ] <sup>1</sup> |
| EF | [ 83 ] <sup>5</sup> | [ 84 ] <sup>4</sup>   | [ 76 ] <sup>8</sup>   | [ 77 ] <sup>4</sup>   | [ 71 ] <sup>2</sup>   | [ 72 ] <sup>2</sup>   |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 1,200 | 2,100 |
| Cv  | 3,500 | 3,200 |

OBSERVATION XIII.

Sujet de 29 ans. Poids : 66 kilos. Taille : 1 m. 68. Bons muscles. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                 |                                                                                              | P. XIPHOÏDIEN                                                                                |                                                                                              | P. ABDOMINAL                                                                               |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                          | Eft                                                                                          |
| RM |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |                                                                                              |
| IF | 1 $\left[ \begin{array}{c} 86 \\ 90 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 5 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 90 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 83 \\ 86 \end{array} \right] \begin{array}{c} 3 \\ 5 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 83 \\ 85 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array}$ | $\left[ \begin{array}{c} 72 \\ 76 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 2 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 75 \\ 76 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array}$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 85 \end{array} \right] 5$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 87 \end{array} \right] 3$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 81 \end{array} \right] 5$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 82 \end{array} \right] 3$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 74 \end{array} \right] 2$                                         | $\left[ \begin{array}{c} 74 \end{array} \right] 2$                                           |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft |
|-----------------|-------|-----|
| Ac <sup>t</sup> | 1,400 | 2   |
| Cv              | 3,100 | 3   |

OBSERVATION XIV.

Sujet de 24 ans. Poids : 65 kilos. Taille : 1 m. 65. Muscles insuffisants. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                 |                                                                                              | P. XIPHOÏDIEN                                                                                |                                                                                              | P. ABDOMINAL                                                                                 |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          |
| RM |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |
| IF | 3 $\left[ \begin{array}{c} 90 \\ 94 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 7 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 91 \\ 93 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 5 \end{array}$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 89 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 8 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 86 \\ 89 \end{array} \right] \begin{array}{c} 3 \\ 5 \end{array}$ | 7 $\left[ \begin{array}{c} 82 \\ 84 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 9 \end{array}$ | 6 $\left[ \begin{array}{c} 82 \\ 83 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 7 \end{array}$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 87 \end{array} \right] 7$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 88 \end{array} \right] 5$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 81 \end{array} \right] 8$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 84 \end{array} \right] 5$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 75 \end{array} \right] 9$                                           | $\left[ \begin{array}{c} 76 \end{array} \right] 7$                                           |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,700 | 2,200 |
| Cv              | 4     | 3,600 |

OBSERVATION XV.

Sujet de 24 ans. Poids : 71 kilos. Taille : 1 m. 70. Muscles moyens. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR          |                       | P. XIPHOIDIEN         |                       | P. ABDOMINAL          |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   |
| RM | [ 95 ]                | [ 96 ]                | [ 90 ]                | [ 90 ]                | [ 82 ]                | [ 83 ]                |
| IF | 1 [ 99 ] <sup>4</sup> | 1 [ 99 ] <sup>3</sup> | 1 [ 95 ] <sup>5</sup> | 1 [ 94 ] <sup>4</sup> | 1 [ 86 ] <sup>4</sup> | 1 [ 85 ] <sup>2</sup> |
| EF | [ 94 ] <sup>5</sup>   | [ 95 ] <sup>4</sup>   | [ 89 ] <sup>6</sup>   | [ 89 ] <sup>5</sup>   | [ 81 ] <sup>5</sup>   | [ 82 ] <sup>3</sup>   |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,600 | 2,600 |
| Cv  | 3,500 | 3,300 |

OBSERVATION XVI.

Sujet de 22 ans. Poids : 69 kilos. Taille : 1 m. 73. Muscles moyens. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR          |                       | P. XIPHOIDIEN         |                       | P. ABDOMINAL          |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   | R                     | Eft                   |
| RM | [ 87 ]                | [ 87 ]                | [ 80 ]                | [ 81 ]                | [ 71 ]                | [ 73 ]                |
| IF | 2 [ 93 ] <sup>6</sup> | 1 [ 92 ] <sup>5</sup> | 1 [ 86 ] <sup>6</sup> | 1 [ 86 ] <sup>5</sup> | 2 [ 75 ] <sup>4</sup> | 1 [ 76 ] <sup>2</sup> |
| EF | [ 85 ] <sup>5</sup>   | [ 86 ] <sup>6</sup>   | [ 79 ] <sup>7</sup>   | [ 80 ] <sup>6</sup>   | [ 73 ] <sup>2</sup>   | [ 74 ] <sup>3</sup>   |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,700 | 1,700 |
| Cv  | 3,500 | 3,500 |

OBSERVATION XVII.

Sujet de 24 ans. Poids : 69 kilos. Taille : 1 m. 71. Muscles longs, secs. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR        |                     |   | P. XIPHOÏDIEN       |                     |   | P. ABDOMINAL        |                     |
|----|---------------------|---------------------|---|---------------------|---------------------|---|---------------------|---------------------|
|    | R                   | Eft                 |   | R                   | Eft                 |   | R                   | Eft                 |
| RM | [ 88 ] <sub>6</sub> | [ 89 ] <sub>4</sub> |   | [ 84 ] <sub>7</sub> | [ 86 ] <sub>4</sub> |   | [ 80 ] <sub>1</sub> | [ 82 ] <sub>1</sub> |
| IF | [ 94 ] <sub>8</sub> | [ 93 ] <sub>6</sub> | 2 | [ 91 ] <sub>9</sub> | [ 90 ] <sub>8</sub> | 2 | [ 81 ] <sub>3</sub> | [ 83 ] <sub>3</sub> |
| EF | [ 86 ] <sub>8</sub> | [ 87 ] <sub>6</sub> |   | [ 82 ] <sub>9</sub> | [ 84 ] <sub>8</sub> |   | [ 78 ] <sub>3</sub> | [ 80 ] <sub>3</sub> |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,500 | 1,600 |
| Cv  | 4     | 3,800 |

OBSERVATION XVIII.

Sujet de 23 ans. Poids : 68 kilos. Taille : 1 m. 71. Bons muscles. Ne pratique pas de sport.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR        |                     |   | P. XIPHOÏDIEN       |                     |   | P. ABDOMINAL        |                     |
|----|---------------------|---------------------|---|---------------------|---------------------|---|---------------------|---------------------|
|    | R                   | Eft                 |   | R                   | Eft                 |   | R                   | Eft                 |
| RM | [ 89 ] <sub>5</sub> | [ 91 ] <sub>2</sub> |   | [ 83 ] <sub>7</sub> | [ 85 ] <sub>3</sub> |   | [ 77 ] <sub>3</sub> | [ 75 ] <sub>4</sub> |
| IF | [ 94 ] <sub>3</sub> | [ 93 ] <sub>6</sub> | 4 | [ 90 ] <sub>9</sub> | [ 88 ] <sub>6</sub> | 3 | [ 80 ] <sub>6</sub> | [ 79 ] <sub>5</sub> |
| EF | [ 86 ] <sub>3</sub> | [ 87 ] <sub>6</sub> |   | [ 81 ] <sub>9</sub> | [ 82 ] <sub>6</sub> |   | [ 74 ] <sub>6</sub> | [ 74 ] <sub>5</sub> |

2° Spirométrie.

|     | R     | Eft   |
|-----|-------|-------|
| Act | 0,550 | 2,400 |
| Cv  | 4     | 3,800 |

OBSERVATION XIX.

Sujet de 24 ans. Poids : 63 kilos. Taille : 1 m. 68. Bons muscles. Pratique les sports.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR |     | P. XIPHOÏDIEN |     | P. ABDOMINAL |     |
|----|--------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|
|    | R            | Eft | R             | Eft | R            | Eft |
| RM | 89           | 89  | 83            | 84  | 73           | 73  |
| IF | 93           | 92  | 89            | 87  | 75           | 74  |
| EF | 86           | 87  | 81            | 82  | 70           | 71  |
|    | 3            | 2   | 2             | 2   | 3            | 2   |
|    | 4            | 3   | 6             | 3   | 2            | 4   |
|    | 7            | 5   | 8             | 5   | 5            | 3   |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,800 | 1,600 |
| Cv              | 3,900 | 3,600 |

OBSERVATION XX.

(1 de la nouvelle série).

Sujet de 26 ans. Muscles longs. Entraîné. Fait partie du « huit » champion.

1° Périmétrie.

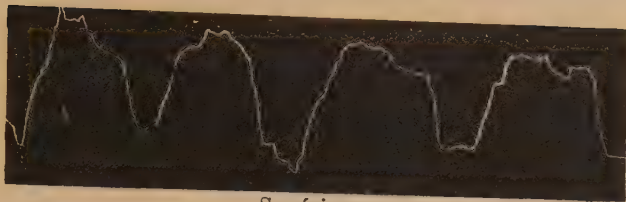
|    | P. SUPÉRIEUR |         | P. XIPHOÏDIEN |             | P. ABDOMINAL |         |
|----|--------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
|    | R            | Eft     | R             | Eft         | R            | Eft     |
| RM | 94 ½ à 95 ½  | 96 à 98 | 89 ½ à 90 ½   | 88 ½ à 91 ½ | 79 ½ à 80 ½  | 79 à 81 |
| EF | 95           | 97      | 90            | 90          | 80           | 80      |
| IF | 100          | 100     | 96            | 92          | 79           | 78      |
|    | 1            | 1       | 1             | 1           | 4            | 4       |
|    | 5            | 3       | 4             | 2           | 1            | 2       |
|    | 6            | 4       | 5             | 3           | 3            | 2       |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 1     | 2     |
| Cv              | 4,600 | 4,800 |

### 3° Tracés pneumographiques.

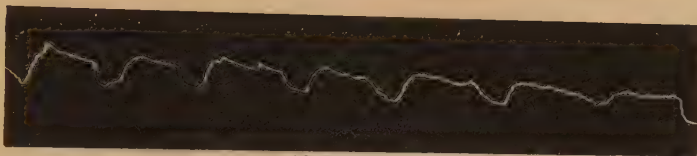
REPOS



Supérieur

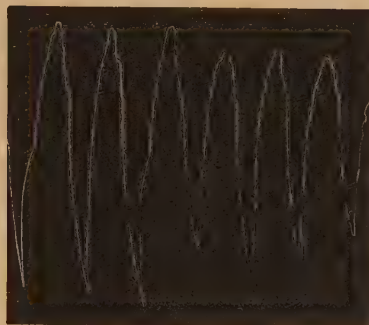


Xiphoïdien

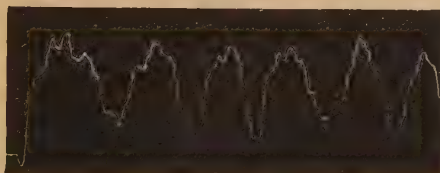


Abdominal

ESSOUFFLEMENT



Supérieur



Xiphoïdien



Abdominal

OBSERVATION XXI.

Sujet 23 ans. Poids : 63 kilos. Taille : 1 m. 68. Muscles très secs. Entraîné.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                  |                                                                                              | P. XIPHOÏDIEN                                                                                |                                                                                              | P. ABDOMINAL                                                                                 |                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                             | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          |
| R  |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |
| IF | 4 $\left[ \begin{array}{c} 91 \\ 97 \end{array} \right] \begin{array}{c} 6 \\ 10 \end{array}$ | 5 $\left[ \begin{array}{c} 93 \\ 95 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 7 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 90 \end{array} \right] \begin{array}{c} 5 \\ 8 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 87 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 5 \end{array}$ | 7 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 75 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 6 \end{array}$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 74 \\ 70 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 0 \end{array}$ |
| EF |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |
|    |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,800 | 1,800 |
| Cv              | 3,900 | 3,150 |

Pouls : immédiatement après l'effort, 162;  
4 minutes après l'effort, 88.

OBSERVATION XXII.

Sujet de 25 ans. Muscles épais. Très entraîné.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                                                                  |                                                                                               | P. XIPHOÏDIEN                                                                                |                                                                                              | P. ABDOMINAL                                                                                 |                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | R                                                                                             | Eft                                                                                           | R                                                                                            | Eft                                                                                          | R                                                                                            | Eft                                                                                          |
| RM |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |
| IF | 2 $\left[ \begin{array}{c} 99 \\ 103 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 6 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 99 \\ 100 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 4 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 95 \end{array} \right] \begin{array}{c} 7 \\ 8 \end{array}$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 89 \\ 93 \end{array} \right] \begin{array}{c} 4 \\ 5 \end{array}$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 75 \end{array} \right] \begin{array}{c} 1 \\ 2 \end{array}$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 77 \\ 75 \end{array} \right] \begin{array}{c} 2 \\ 0 \end{array}$ |
| EF |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |
|    |                                                                                               |                                                                                               |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |

2° Spirométrie.

|                 | R     | Eft   |
|-----------------|-------|-------|
| Ac <sup>t</sup> | 0,700 | 1,200 |
| Cv              | 4     | 4,250 |

Pouls : immédiatement après l'effort, 150;  
4 minutes après l'effort, 82.



OBSERVATION XXV.

Sujet de 26 ans. Bons muscles.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                            | P. XIPHOÏDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                          |
|----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                      |
| RM |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                          |
| IF | 6 $\left[ \begin{array}{c} 95 \\ 97 \end{array} \right] 2$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 96 \\ 98 \end{array} \right] 2$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 85 \\ 90 \end{array} \right] 5$ | 7 $\left[ \begin{array}{c} 89 \\ 88 \end{array} \right] 1$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 78 \end{array} \right] 2$ | $\left[ \begin{array}{c} 75 \\ 77 \end{array} \right] 2$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 89 \end{array} \right] 8$         | $\left[ \begin{array}{c} 95 \end{array} \right] 3$         | $\left[ \begin{array}{c} 81 \end{array} \right] 9$         | $\left[ \begin{array}{c} 82 \end{array} \right] 6$         | $\left[ \begin{array}{c} 72 \end{array} \right] 6$         | $\left[ \begin{array}{c} 73 \end{array} \right] 4$       |

2° Spirométrie.

|                 | R            | Eft          |
|-----------------|--------------|--------------|
| Ac <sup>t</sup> | <b>1,400</b> | <b>2,300</b> |
| Cv              | <b>4,700</b> | <b>4,500</b> |

Pouls : immédiatement après l'effort, 172;  
4 minutes après l'effort, 94.

OBSERVATION XXVI.

Sujet de 26 ans. Muscles insuffisants. Très entraîné.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                             | P. XIPHOÏDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                         | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        |
| RM |                                                            |                                                             |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |
| IF | 4 $\left[ \begin{array}{c} 96 \\ 99 \end{array} \right] 3$ | 6 $\left[ \begin{array}{c} 98 \\ 100 \end{array} \right] 2$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 93 \end{array} \right] 5$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 88 \\ 92 \end{array} \right] 4$ | 5 $\left[ \begin{array}{c} 75 \\ 74 \end{array} \right] 1$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 73 \\ 72 \end{array} \right] 1$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 92 \end{array} \right] 7$         | $\left[ \begin{array}{c} 92 \end{array} \right] 8$          | $\left[ \begin{array}{c} 86 \end{array} \right] 7$         | $\left[ \begin{array}{c} 87 \end{array} \right] 5$         | $\left[ \begin{array}{c} 70 \end{array} \right] 4$         | $\left[ \begin{array}{c} 71 \end{array} \right] 1$         |

2° Spirométrie.

|                 | R            | Eft          |
|-----------------|--------------|--------------|
| Ac <sup>t</sup> | <b>1,300</b> | <b>1,800</b> |
| Cv              | <b>4,200</b> | <b>4,100</b> |

Pouls : immédiatement après l'effort, 164;  
4 minutes après l'effort, 86.

OBSERVATION XXVII.

Sujet de 28 ans. Poids : 63 kilos. Taille : 1 m. 78. Muscles très secs. Très entraîné.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                            | P. XIPHOIDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        |
| RM |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |
| IF | 3 $\left[ \begin{array}{c} 90 \\ 93 \end{array} \right] 3$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 91 \\ 92 \end{array} \right] 1$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 83 \\ 87 \end{array} \right] 4$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 84 \\ 85 \end{array} \right] 1$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 72 \end{array} \right] 4$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 76 \\ 72 \end{array} \right] 4$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 87 \end{array} \right] 6$         | $\left[ \begin{array}{c} 86 \end{array} \right] 6$         | $\left[ \begin{array}{c} 82 \end{array} \right] 3$         | $\left[ \begin{array}{c} 82 \end{array} \right] 3$         | $\left[ \begin{array}{c} 71 \end{array} \right] 1$         | $\left[ \begin{array}{c} 71 \end{array} \right] 1$         |

2° Spirométrie.

|                 | R            | Eft          |
|-----------------|--------------|--------------|
| Ac <sup>t</sup> | <b>0,700</b> | <b>1,200</b> |
| Cv              | <b>4,100</b> | <b>4</b>     |

Pouls : immédiatement après l'effort, 182;  
4 minutes après l'effort, 84.

OBSERVATION XXVIII.

Sujet de 44 ans. Muscles normaux. Débute seulement en aviron.

1° Périmétrie.

|    | P. SUPÉRIEUR                                               |                                                            | P. XIPHOIDIEN                                              |                                                            | P. ABDOMINAL                                               |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        | R                                                          | Eft                                                        |
| RM |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |                                                            |
| IF | 3 $\left[ \begin{array}{c} 78 \\ 81 \end{array} \right] 3$ | 4 $\left[ \begin{array}{c} 79 \\ 80 \end{array} \right] 1$ | 2 $\left[ \begin{array}{c} 73 \\ 78 \end{array} \right] 5$ | 1 $\left[ \begin{array}{c} 74 \\ 76 \end{array} \right] 2$ | 7 $\left[ \begin{array}{c} 69 \\ 64 \end{array} \right] 5$ | 3 $\left[ \begin{array}{c} 66 \\ 65 \end{array} \right] 1$ |
| EF | $\left[ \begin{array}{c} 73 \end{array} \right] 8$         | $\left[ \begin{array}{c} 75 \end{array} \right] 3$         | $\left[ \begin{array}{c} 71 \end{array} \right] 7$         | $\left[ \begin{array}{c} 73 \end{array} \right] 3$         | $\left[ \begin{array}{c} 62 \end{array} \right] 2$         | $\left[ \begin{array}{c} 63 \end{array} \right] 2$         |

2° Spirométrie.

|                 | R            | Eft          |
|-----------------|--------------|--------------|
| Ac <sup>t</sup> | <b>0,600</b> | <b>1,500</b> |
| Cv              | <b>2,700</b> | <b>2,400</b> |

Pouls : immédiatement après l'effort, 172;  
4 minutes après l'effort, 98.

## CHAPITRE IV

### INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

---

La comparaison des chiffres que nous avons recueillis, les différences constatées entre les périmètres au repos, soit en respiration calme, soit au cours d'inspirations ou d'expirations forcées, et les mêmes déterminations faites chez les mêmes sujets au cours de l'essoufflement, les déterminations spirométriques et les traces pneumographiques, nous permettent de constater certains faits nouveaux et d'aboutir aux conclusions suivantes :

I. — Au cours de l'essoufflement, les périmètres moyens du thorax et de l'abdomen augmentent par rapport à leur valeur pendant le repos.

La ventilation pulmonaire se fait donc aux dépens de l'air complémentaire.

II. — Les périmètres correspondant à l'inspiration forcée chez un sujet essoufflé sont inférieurs à ces mêmes périmètres chez le sujet non essoufflé.

III. — Le jeu respiratoire de l'inspiration normale à l'inspiration forcée est moins ample chez le sujet essoufflé que chez le sujet au repos, car la ventilation normale se fait à l'aide d'inspirations presque forcées.

IV. — Les périmètres correspondant à l'expiration forcée sont plus considérables chez le sujet essoufflé que chez le sujet au repos, et ceci montre que l'expiration est moins efficace.

V. — Les variations périmétriques constatées au cours de l'essoufflement (diminution du périmètre maximum, augmentation du périmètre minimum) concordent avec les déterminations spirométriques. On constate, en effet, une diminution de la capacité vitale chez le sujet essoufflé par rapport à la valeur obtenue pendant le calme respiratoire.

VI. — On constate aussi, comme il est admis cliniquement, que l'air courant augmente au cours de l'essoufflement. Nous ferons remarquer toutefois que la valeur nouvelle de l'air courant paraît être sans rapport avec la valeur au repos ou la grandeur de la capacité vitale.

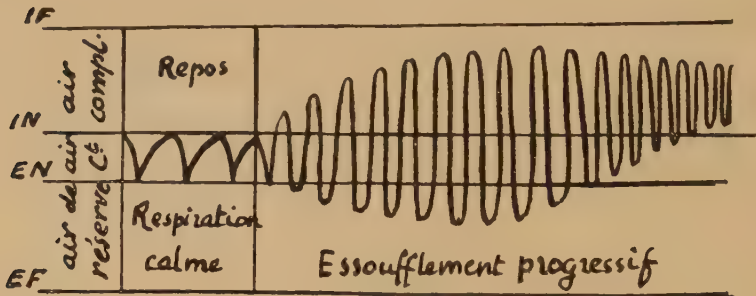
VII. — Au point de vue pneumographique, il apparaît sur les tracés que l'accélération du rythme respiratoire se fait aux dépens de la durée de l'expiration. Si nous n'avons pas constaté, comme il a été signalé, l'inversion des phases de la respiration, c'est-à-dire une expiration d'une durée inférieure à celle de l'inspiration, c'est que jamais la durée ou l'intensité de l'exercice imposé n'ont été suffisantes pour aboutir à ce stade d'incoordination respiratoire.

Nous avons cependant remarqué assez souvent des respirations saccadées dans lesquelles la coordination et le synchronisme du jeu des muscles inspireurs, expirateurs et du diaphragme n'était pas aussi parfaite que dans la respiration normale.

VIII. — Si l'on compare les sujets de valeur athlétique différente entraînés ou non entraînés à la pratique des sports, on constate que la régulation de leur respiration est aussi différente. Les variations périmétriques et spirométriques sont moins accusées chez les sujets entraînés.

IX. — Si nous essayons, enfin, de représenter schématiquement et graphiquement la marge de la ventilation pulmonaire au cours de l'essoufflement progressif, nous obtiendrons un diagramme du type de la figure ci-contre. L'air courant se

déplace progressivement dans la zone de l'air complémentaire et son amplitude diminue à mesure qu'augmente la fréquence des mouvements respiratoires.



IF = Limite de l'inspiration forcée au repos.

IN = Limite de l'inspiration normale au repos.

EN = Limite de l'expiration normale au repos.

EF = Limite de l'expiration forcée au repos.

Vu : *Le Doyen,*

PIERRE MAURIAC.

VU, BON A IMPRIMER :

*Le Président,*

C. SIGALAS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 3 février 1935.

*Le Recteur de l'Académie,*

A. TERRACHER.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- BOIGEY. — Manuel scientifique d'éducation physique.
- DEMENY. — Bases scientifiques de l'éducation physique.
- LAGRANGE (F.). — Physiologie des exercices du corps.
- PERRET (Georges). — Etude physiologique de l'effort athlétique.  
Rapports avec la respiration en particulier. Thèse Paris,  
1913-1914.
- TISSÉ (Ph.). — Etudes sur l'entraînement physique.
- FABRE (R.), LOUBATIÉ (R.) et GRONDEAU (J.). — Modifications péri-  
métriques et spirométriques au cours de l'essoufflement.  
*C. R. Soc. de biol.*, 1935.





